

## ЛИТЕРАТУРА

1. Geothermal Energy Replaces Some Fossil Fuels. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://alternativefuels.about.com/od/otherapplications/a/Geothermal-Energy-Replaces-Some-Fossil-Fuels.htm> (дата обращения 25.02.2016).
2. Геотермальная энергетика России. [Электронный ресурс]. Режим доступа : [http://russiagogreen.ru/ru/energy/geothermal\\_technology/430/](http://russiagogreen.ru/ru/energy/geothermal_technology/430/) (дата обращения 10.03.2016).
3. Геотермальные ресурсы России. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://geographyofrussia.com/geotermalnye-resursy-rossii/> (дата обращения 15.03.2016).
4. Geothermal Development Expands Globally. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://www.renewableenergyworld.com/articles/2009/05/geothermal-development-expands-globally.html> (дата обращения 15.03.2016).
5. Сайт АО «Геотерм». [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://www.geotherm.rushydro.ru/> (дата обращения 15.03.2016).

С. Ф. Катышев, Е. А. Никоненко, М. П. Колесникова, Н. В. Шопперт,  
*Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия*

## СПЕКАТЕЛЬНЫЙ ШЛАМ БОГОСЛОВСКОГО АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА

The results of a comprehensive analysis of waste of aluminum-processing factories are presented, and also the possibility of using these slurries for the preparation of valuable products is considered.

При производстве глинозема в качестве побочного продукта образуется красный бокситовый шлам – мелкодисперсное вещество, отход производства глинозема. При переработке бокситов по способу Байера на каждую тонну глинозема получается более тонны красного шлама, а в способе спекания – до 2,5 тонн.

Из-за отсутствия эффективных технологий переработки красных шламов основная масса его не используется и складывается в специальных

шламохранилищах, что отрицательно воздействует на окружающую среду. В России красных шламов накопилось более 100 млн т. Так как спекательный шлам выделяется в большем количестве и может отличаться по составу от байеровских шламов, была поставлена задача изучения спекательного шлама Богословского алюминиевого завода.

Состав спекательного шлама определяли химическим, рентгенофазовым, ИК спектроскопическим методами анализа.

Химический анализ пробы осуществляли методом эмиссионного спектрального анализа с индуктивно-связанной плазмой на приборе «iCAP 6300Duo». Анализ показал значительное содержание алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 11,32 %), кальция ( $\text{CaO}$  – 28,17 %), железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 31,82 %), кремния ( $\text{SiO}_2$  – 11,48 %). Полученные данные позволяют предполагать присутствие в спекательном красном шламе силикатов оксида железа (+3).

Для выяснения фазового состава был проведен рентгенофазовый анализ образца шлама на установке RIGAKU Dmax-2200 в интервале углов  $22-75^\circ$  при угловой скорости сканирования 1 град/мин в  $\text{SiK}_\alpha$  – излучении (40 кВ, 30 мА;  $A = 1,54056$ ). Полученные результаты использовались для автоматизированного поиска по базе данных JCPDS. Рентгенограмма спекательного красного шлама недостаточно четкая, поэтому однозначное отнесение линий к определенным фазам не возможно. Предполагается присутствие гематита ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), ларнита (силиката кальция –  $\text{Ca}_4\text{SiO}_4$ ), гибшита ( $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)1,25(\text{OH})$ ), катоита ( $\text{Ca}_{2,93}\text{Al}_{1,97}\text{Si}_{0,64}\text{O}_{2,56}(\text{OH})_{9,44}$ ), совместного силиката натрия, кальция ( $\text{Na}_2\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_8$ ), трехкальциевого алюмината ( $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ ), гидратированного хлорида кальция ( $\text{CaCl}_2 (\text{H}_2\text{O})_4$ ). Гибшит и катоит относятся к группе гидрогранатов [1].

Для уточнения фазового состава был привлечен ИК спектроскопический метод анализа. ИК спектр образца спекательного шлама был получен на приборе «Specord» в таблетках  $\text{CsI}$  (1 мг на 300 мг  $\text{CsI}$ ) и представлен на рисунке. На ИК спектре обнаруживаются полосы поглощения молекул воды ( $3430$  и  $1611\text{ см}^{-1}$ ) [1]. Полосы поглощения валентных колебаний гидроксид-иона в

области  $3700\text{ см}^{-1}$  отсутствуют. Полосы поглощения при  $994$ ,  $876\text{ см}^{-1}$  подтверждают присутствие  $\text{SiO}_4^{4-}$ . Полосы, соответствующие деформационным колебаниям Si-O, накладываются на полосы валентных колебаний Me-O в области  $580\text{--}300\text{ см}^{-1}$ .

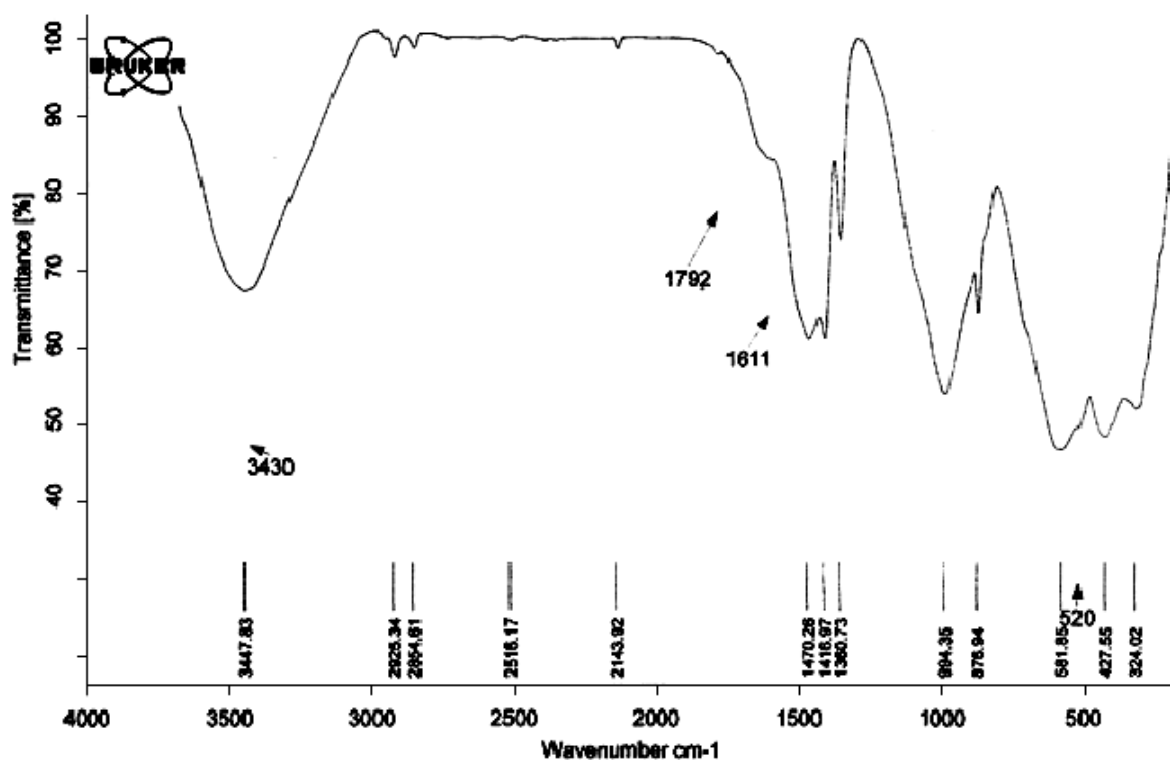


Рис. ИК спектр спекательного шлама

Присутствие полос поглощения в области  $1470\text{--}1416\text{ см}^{-1}$  в ИК спектре объясняется наличием примесей карбонатов [2]. Таким образом, на основании анализа ИК спектра образца спекательного шлама можно сделать вывод об отсутствии в образце соединений, имеющих в своем составе гидроксogруппы ( $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)1,25(\text{OH})$ ,  $\text{Ca}_{2,93}\text{Al}_{1,97}\text{SiO}_{0,64}\text{O}_{2,56}(\text{OH})_{9,44}$ ,  $\text{CaCl}_2 (\text{H}_2\text{O})_4$ , либо их незначительном содержании.

Анализ результатов химического, рентгенофазового и ИК спектроскопического анализов позволяет утверждать, что спекательный шлам состоит, в основном, из гематита, силиката кальция, совместного силиката натрия, кальция и возможно трехкальциевого алюмината. Это позволяет сделать заключение о возможности синтеза железосодержащих пигментов на основе спекательного шлама Богословского алюминиевого завода.

---

1. Накамото, К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений / К. Накамото. – М: Мир, 1991. – 152 с.

2. Лазарев, А. Н. Колебательные спектры и строение силикатов. / А. Н. Лазарев. – Л.: Наука, 1968. – 348 с.

Н. А. Клейман, М. О. Сабурова, М. В. Кожевников,  
*Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия*

### **«УМНЫЕ ДОМА»: ВАРИАНТЫ ПОЛНОЙ И ЧАСТИЧНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

The article analyzes solutions for the automation and control of energy-intensive processes in homes and commercial buildings that are widely used in the world practice. It is shown that the «smart house» technology is still the most promising field in energy efficiency research, and at the same time is commercially attractive to potential investors.

Чистые (зеленые) технологии – это решения, в основе которых лежат технологии очистки окружающей среды путем переработки отходов во вторичные продукты или энергию, и промышленного производства, уменьшающего загрязнение окружающей среды и снижающего потребление ресурсов, а также процессы развития альтернативных источников энергии.

Чистые технологии занимают 3-е место по привлекательности для венчурных инвесторов [1]. Суммарные инвестиции в чистые технологии в 2014 году по сравнению с 2013 годом выросли на 16 % и составили порядка 310 млрд долларов. В число лидеров роста инвестиций вошли Бразилия, Китай, Франция и Канада (табл. 1).

На первом месте по общему объему привлеченных инвестиций стоят вложения в возобновляемые источники энергии, на втором – технологии повышения энергоэффективности и энергосбережения (рис.).

В качестве примера конкретной технологии, все больше интересующей инвесторов и набирающей быструю популярность у разных потребительских сегментов, приведем пример энергосберегающих решений, основанных на